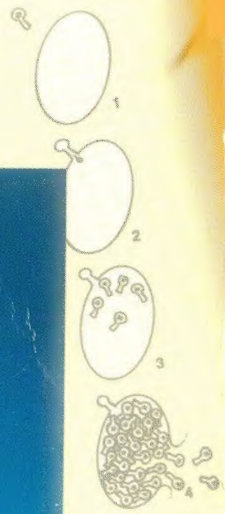
शो धां च्या क था

डीएनए

आयझॅक आसिमॉव्ह





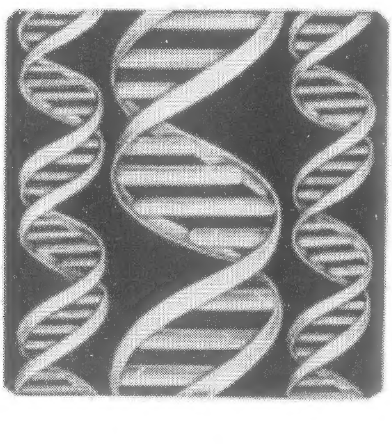
अनुवाद-सुजाता गोडबोले

शोधांच्या कथा

डीएनए

आयझॅक आसिमॉव्ह

अनुवाद : सुजाता गोडबोले



मनोविकास प्रकाशन

Shodhanchya Katha - DNA
शोधांच्या कथा – डीएनए

प्रकाशक । अरविंद घन:श्याम पाटकर
मनोविकास प्रकाशन, सदनिका क्र. ३/अ, चौथा मजला, शक्ती टॉवर्स,
६७२, नारायण पेठ, नू. म. वि. समोरील गल्ली, पुणे – ४११०३०.
दूरध्वनी : ०२०-६५२६२९५०
Website : www.manovikasprakashan.com
Email : manovikaspublication@gmail.com

मुखपृष्ठ । गिरीश सहस्रबुद्धे अक्षरजुळणी । गणराज उद्योग, पुणे.
मुद्रक । बालाजी एन्टरप्रायजेस, पुणे. प्रथमावृत्ती । ११ जून २०१२
ISBN : 978-93-81636-81-7

अनुक्रमणिका

१ न्युक्लीक ॲसिडचे भाग

१८६९ साली योहान फ्रेडरिक मीशेर (१८४४-१८९५) हा २५ वर्षांचा स्विस रसायनशास्त्रज्ञ अर्नस्ट फेलिक्स हॉपझिलर (१८२५-१८९५) या जर्मन रसायनशास्त्रज्ञाच्या प्रयोगशाळेत काम करत होता.

मृत व तुटक्या पेशींवर त्याचे संशोधन चालू होते. पेशी अतिशय सूक्ष्म असतात आणि वनस्पती व प्राणी पेशींचेच बनलेले असतात.

त्या काळात, पेशी कशापासून बनल्या असाव्यात हे शोधून काढण्याचा शास्त्रज्ञ आटोकाट प्रयत्न करत होते. मीशेरचे कामही याच प्रकारचे होते. पेशींमध्ये प्रथिने असतात व त्यांची रचना खूपच गुंतागुंतीची असते, हेही त्याला माहीत होते; पण त्याला त्यांचे लहान-लहान तुकड्यांत विभाजन करायचे होते.

तो परीक्षण करत असलेल्या द्रव्यात त्याने पेप्सिन हे वितंचक (एन्झाइम) घातले. वितंचकाच्या साहाय्याने काही रासायनिक प्रक्रिया जलद घडून येतात. पेप्सिनमुळे प्रथिनांचे मोठे रेणू तुटून त्यांचे लहान तुकडे बनतात; परंतु पेशींमध्ये असलेल्या इतर रेणूंवर त्यांचा काहीच परिणाम झाला नव्हता, असे मीशेरच्या लक्षात आले.

प्रत्येक पेशीत एक गाभा किंवा केंद्रक (न्युक्लियस) असते. ही एक लहानशी रचना, सामान्यत: पेशीच्या केंद्राजवळ असते. या गाभ्याभोवती एक पातळ आवरण असते. या गाभ्याच्या आत असणाऱ्या रेणूंवर पेप्सिनचा काहीच परिणाम झाला नव्हता.

मीशेरने हे परिणाम न झालेले द्रव्य वेगळे केले व त्याच्या

काही रासायनिक चाचण्या केल्या. यात कोणत्या प्रकारचे अणू आहेत हे त्याला पाहायचे होते. यात 'फॉस्फरस'चे अणू आहेत असे लक्षात आल्यावर त्याला आश्चर्य वाटले.

फॉस्फरस हा काही दुर्मिळ अणू नाही, पण सामान्यतः तो खडकांत असतो. त्या वेळेपर्यंत सजीवांच्या पेशींत फॉस्फरस असणारे केवळ एकच संयुग सापडले होते. ते होते 'लेसिथिन'. हे चरबीयुक्त द्रव्य मीशेरचे गुरू हॉपझिलर यांनीच शोधून काढले होते.

मीशेरने शोधलेले नवे द्रव्य पेशीच्या गाभ्यात सापडल्याने त्याने त्याला नाव दिले 'न्युक्लीन'.

मीशेरने आपले संशोधनकार्य हॉपझिलरना दाखवले. त्याचे संशोधन नजरेखालून घातल्यावर मीशेर अद्याप तरुण व अननुभवी असल्याने त्याने आपले शोध इतक्यातच जाहीर करू नयेत असे या ज्येष्ठ शास्त्रज्ञाने ठरवले. कदाचित यात काही चूकही झाली असेल. हॉपझिलरने हे सर्व संशोधनकार्य स्वतः तपासून पाहायचे ठरवले.

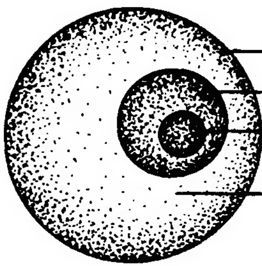
दोन वर्षे हॉपझिलरने काळजीपूर्वक संशोधन केल्यावर अशाच प्रकारचे द्रव्य त्यांना यीस्टच्या पेशीतही सापडल्यावर अखेर त्यांचे समाधान झाले.

त्यांनी शोध लावलेले द्रव्य मीशेरने शोधून काढलेल्या द्रव्यापेक्षा थोडेसे निराळे होते, म्हणून त्याला वेगळे नाव देण्यात आले. 'थायमस' ग्रंथी नावाच्या प्राण्यांच्या ग्रंथीमधून मीशेरने शोध लावलेले द्रव्य सहज मिळत असे, म्हणून त्याला त्यांनी नाव दिले 'थायमस न्युक्लीन'. हॉपझिलरचे द्रव्य यीस्टपासून मिळत असे, म्हणून त्याला नाव मिळाले 'यीस्ट न्युक्लीन'.

अॅल्ब्रेश्ट कॉसल (१८५३-१९२७) हा हॉपझिलरचा आणखी एक विद्यार्थी होता. १८७९ साली त्याने मीशेरच्या न्युक्लीनवर

संशोधन करण्यास सुरुवात केली.

सालमन माशाच्या बीजपेशींमधून (स्पर्म सेल्स) मिळालेले न्युक्लीन 'प्रोटामाइन' नावाच्या एका साध्या प्रथिनाला जखडलेले होते, असे मीशेरला आढळले. ते तो सहजपणे वेगळे करू शकला. न्युक्लीन व प्रथिनांमधील या बंधाचा आणखी अभ्यास करायचे कॉसलने ठरवले.



पेशी

कॉसलला मिळालेले न्युक्लीन हे मीशेरच्या प्रोटामाइनपेक्षा अधिक गुंतागुंतीच्या प्रथिनांशी बांधलेले होते, असे त्याच्या लक्षात आले. कॉसलने या प्रथिनाला नाव दिले 'हिस्टोन', या ग्रीक शब्दाचा अर्थ आहे 'पेशी'. न्युक्लीन व प्रथिनाच्या मिश्रणाला म्हणतात 'न्युक्लिओप्रोटिन'.

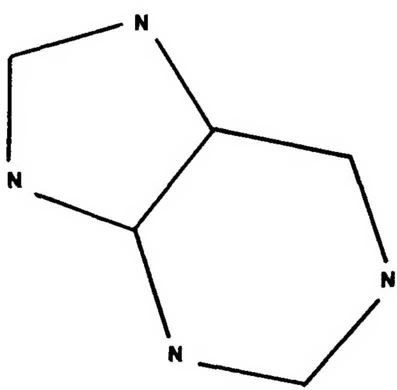
न्युक्लीनपासून हिस्टोन सहजपणे वेगळे काढता येते, असे त्याला समजून आले. न्युक्लीनचे गुणधर्म आम्लासारखे (ॲसिड) होते व हिस्टोनची वर्तणूक अल्कली किंवा 'बेस'सारखी होती, हेच त्यांच्या एकत्र राहण्याचे कारण होते. आम्ले व अल्कली यांची नेहमीच एकमेकांवर क्रिया-प्रतिक्रिया होते. न्युक्लीनच्या आम्लासारख्या गुणधर्मामुळेच त्याला 'न्युक्लीक ॲसिड' म्हटले जाऊ लागले. त्यानंतर लोक 'थायमस न्युक्लीक ॲसिड' व 'यीस्ट

न्युक्लीक ॲसिड'बद्दल बोलू लागले.

त्या काळात न्युक्लीक ॲसिडचे रेणू कशासारखे आहेत किंवा या रेणूंतील अणूंची रचना कशी आहे याबाबत कोणाला काहीच माहीत नव्हते. हे शोधून काढण्यासाठी या रेणूंवर रासायनिक प्रक्रिया करून त्यांचे लहान-लहान तुकडे करण्याचे कॉसलने ठरवले.

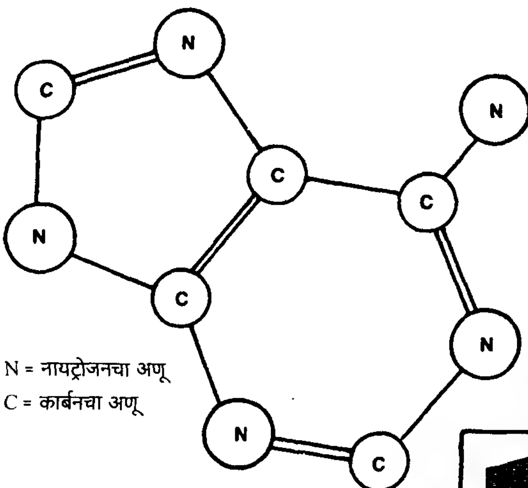
या लहान तुकड्यांतील रेणू कदाचित रसायनशास्त्रज्ञांना आधीपासूनच माहीत असतील. एकदा त्यांची ओळख पटली, की न्युक्लीक ॲसिडच्या रेणूंची रचना कशी आहे ते समजून घेणे शक्य होऊ शकेल.

कॉसल व त्याच्या विद्यार्थ्यांनी न्युक्लीक ॲसिडवर अनेक वर्षे संशोधन केले व त्यातील काही तुकड्यांची त्यांना ओळख पटवता आली. काहींच्या अणूंची रचना दुहेरी मंडलाकार (डबल रिंग) स्वरूपातील होती. या दुहेरी मंडलातील एकात होते ६ अणू, तर दुसऱ्यात होते ५ अणू आणि ही कडी अशा तऱ्हेने जोडली होती, की यातील दोन अणू दोन्ही कड्यांचा भाग होते.



या दुहेरी कड्याच्या प्रत्येक कोनावर एक अणू आहे. तुम्ही जर ते मोजलेत, तर ९ कोन आहेत असे तुमच्या लक्षात येईल, म्हणजेच ९ अणू आहेत. यापैकी ४ अणू नायट्रोजनचे आहेत व वरील आकृतीत ते (N) या अक्षराने दर्शवले आहेत. राहिलेले इतर सर्व अणू कार्बनचे आहेत.

एखाद्या संयुगाच्या दुहेरी कडे असणाऱ्या रेणूला रसायनशास्त्रज्ञ 'प्युरीन' म्हणतात. असे अनेक 'प्युरीन' आहेत, कारण या कड्यांतील

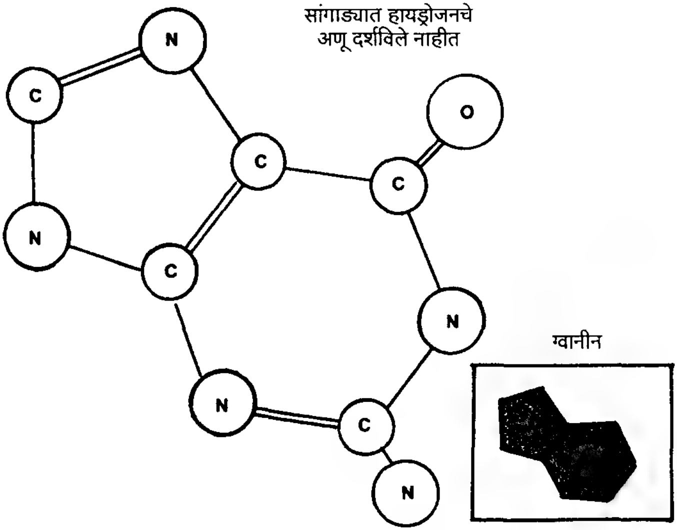


प्युरीन्स

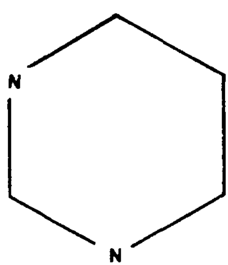


ॲडेनिन

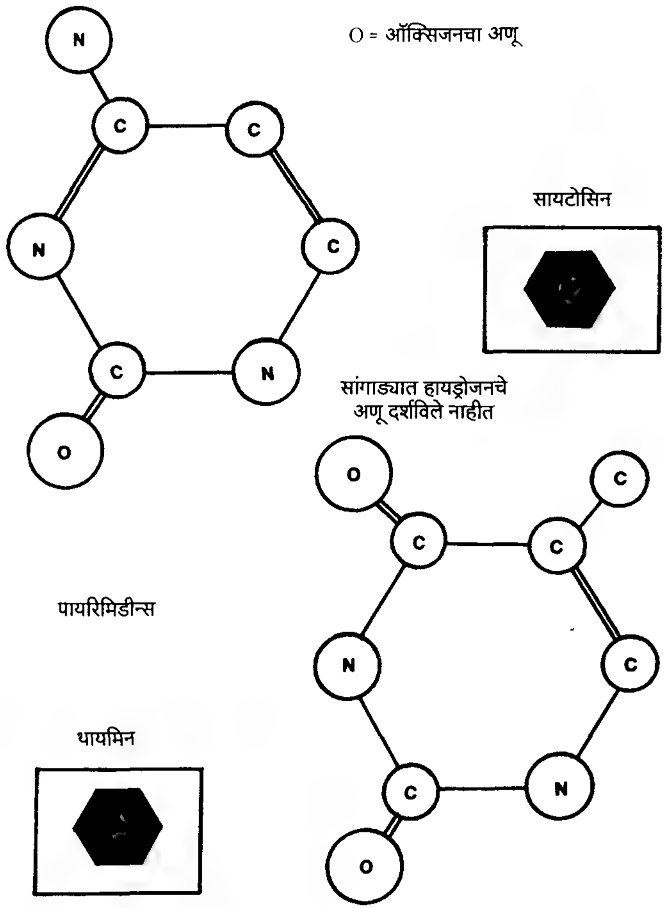
एका किंवा अनेक कोनांना इतर काही अणूंचे गट साखळ्यांच्या स्वरूपात जोडता येतात. बाजूला जोडलेल्या एका किंवा अनेक साखळ्यांमुळे निरनिराळी प्युरीन तयार होतात.



रसायनशास्त्रज्ञांनी काही प्युरीनचा यापूर्वीच अभ्यास केला होता. कॉसलने रसायनशास्त्रज्ञांना माहीत नसलेल्या दोन नव्या प्युरीनचा शोध लावला. हे दोन्ही प्युरीन प्रत्येक न्युक्लीक ॲसिडमध्ये उपस्थित असल्याचे दिसत होते. यापैकी एक होते 'ॲडनीन' व दुसरे होते 'ग्वानीन'. ॲडनीनला नायट्रोजनचा आणखी एक अणू जोडलेला असतो, तर ग्वानीनला नायट्रोजनचा एक व

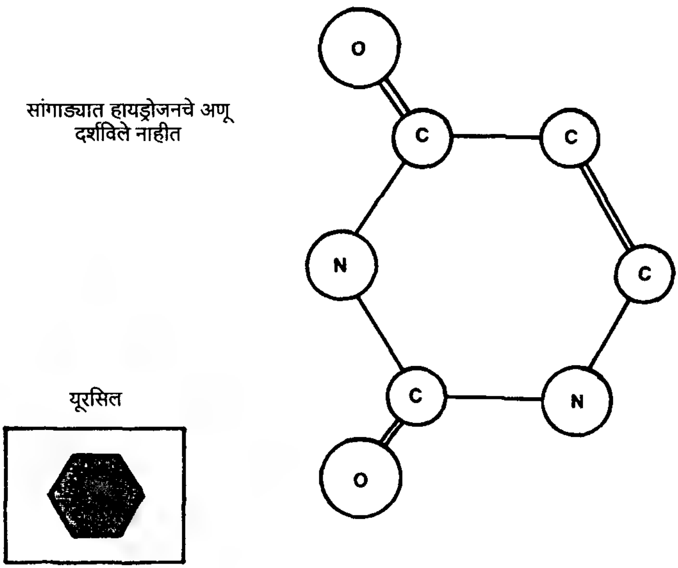


प्राणवायूचा एक असे दोन अणू जोडलेले असतात. न्युक्लीक ॲसिडच्या संदर्भात ही दोन नावे नेहमी वापरली जातात; काही वेळा त्यांची केवळ आद्याक्षरेच वापरतात. ॲडनीनला म्हणतात 'A' तर ग्वानीनला 'G'.



कॉसलने मिळवलेले न्युक्लीक ॲसिडचे काही तुकडे प्युरीनपेक्षाही साधे होते. साध्या प्रकारातील एका रेणूला केवळ ६ अणूंचे एकच कडे होते. प्युरीनमधील ६ अणू असणाऱ्या कड्यासारखेच हे कडे होते, पण त्याला ५ अणूंचे दुसरे कडे मात्र जोडलेले नव्हते.

अशा कड्याला म्हणतात 'पायरिमिडीन'; आणि याच्या निरनिराळ्या कोनांना एक किंवा अनेक साखळ्या जोडल्या जाऊ



शकतात म्हणून याचेही अनेक प्रकार होऊ शकतात.

थायमस न्युक्लीक ॲसिडच्या अनेक तुकड्यांमध्ये कॉसलला असे दोन पायरिमिडीन सापडले. एक आहे 'सायटोसिन' व दुसरा आहे 'थायमिन'. सायटोसिन व थायमिन यांनाही बहुधा त्यांच्या

'c' व 't' या आद्याक्षरांनीच ओळखले जाते. या ठिकाणी लहान अक्षरे हेतुपूर्वक वापरली आहेत, कारण एकेरी कडे असणाऱ्या पायरिमिडीनचे रेणू हे दुहेरी कडी असणाऱ्या प्युरीनच्या रेणूंपेक्षा लहान असतात, म्हणून त्यांच्यासाठी लहान अक्षरेच योग्य आहेत.

अखेर थायमस न्युक्लीक ॲसिड व यीस्ट न्युक्लीक ॲसिडच्या रेणूंमधील फरक शोधण्यात आला. दोन्हींमध्ये ॲडनीन व ग्वानीन ही दोन्ही प्युरीन असतात तसेच दोन्हींतही पायरिमिडीन व सायटोसिनही असतात. थायमिन मात्र फक्त थायमस न्युक्लीक ॲसिडमध्ये असते, म्हणूनच त्याला ते नाव मिळाले आहे. यीस्ट न्युक्लीक ॲसिडमध्ये एक निराळे पायरिमिडीन असते. ते जरी थायमिनसारखे असले, तरी नेमके तसेच नसते. या दुसऱ्या पायरिमिडीनचे नाव आहे 'यूरसिल' व ते त्याच्या 'u' या आद्याक्षराने दर्शवले जाते. थायमिनमध्ये कार्बनचा एक अणू अधिक असतो, हाच या दोघांतील फरक आहे.

न्युक्लीक ॲसिडसंबंधी व इतर संशोधन कार्यासाठी कॉसलला १९१० साली शरीरशास्त्र व वैद्यकशास्त्रासाठीचे नोबेल पारितोषिक देण्यात आले.

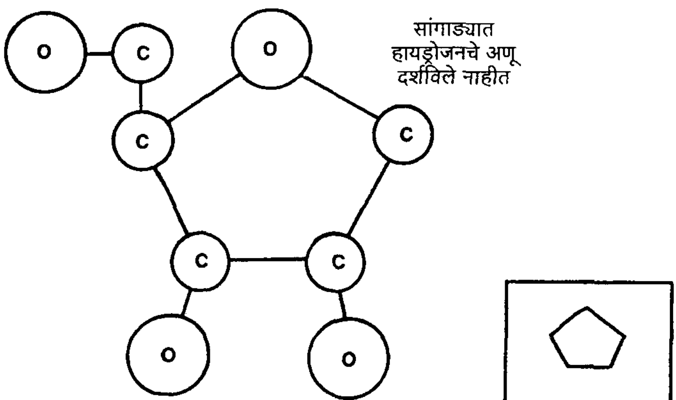
अर्थात, न्युक्लीक ॲसिडमध्ये केवळ प्युरीन व पायरिमिडीनच आहेत असा याचा अर्थ होत नाही. कॉसलने शोध न लावलेले आणखीही काही तुकडे होते. एका तुकड्यात साध्या साखरेसारखी काहीतरी रचना असेल असे त्याला वाटत होते, पण त्याला याबाबत खात्री नव्हती.

फोबस ॲरॉन थिओडोर लेव्हिन (१८६९-१९४०) हा रशियन-अमेरिकन रसायनशास्त्रज्ञ रसायनशास्त्राच्या अभ्यासासाठी जर्मनीला गेला. त्याने ज्या जर्मन रसायनशास्त्रज्ञांबरोबर अभ्यास केला होता, त्यात कॉसलही होता आणि त्याच्यामुळे त्यालाही न्युक्लीक

ॲसिडमध्ये स्वारस्य निर्माण झाले. अमेरिकेला परत आल्यावर तेच कार्य आयुष्यभर करायचे त्याने निश्चित केले.

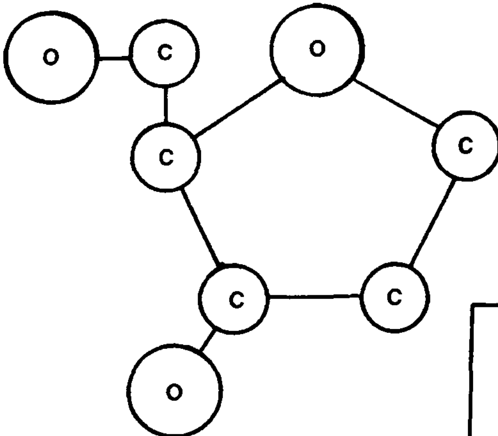
यीस्ट न्युक्लीक ॲसिडच्या रेणूंचे त्याने विघटन केले व मिळालेल्या तुकड्यांमध्ये कॉसलला जो साखरेचा रेणू असावा असे वाटत होते, तो त्याला सापडला.

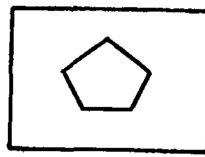
सजीवांच्या पेशीतील साध्या साखरेच्या रेणूत ६ कार्बनचे अणू असल्याचे शास्त्रज्ञांना माहीत होते; परंतु लेव्हिनला सापडलेल्या रेणूत केवळ ५ अणू होते. या रेणूत कार्बनच्या अणूंखेरीज हायड्रोजनचे १० व प्राणवायूचे ५ अणूदेखील होते.



रिबोज साखर

एवढेच माहीत असणे पुरेसे नव्हते, कारण या अणूंची जवळजवळ एकसारख्या असणाऱ्या आठ निरनिराळ्या साखरेंच्या रेणूंत रचना होऊ शकते. या प्रत्येक साखरेचे गुणधर्म थोडेसे निराळे होते; आणि या आठ प्रकारांपैकी कोणता यीस्ट न्युक्लीक ॲसिडमध्ये मिळाला होता हे लेव्हिनला ठरवायचे होते.





डिऑक्सिरिबोज

१९०९ साली लेव्हिनने ही साखर ओळखली. रसायनशास्त्रज्ञ ज्याला 'रिबोज' या नावाने ओळखत होते, तीच ही साखर होती, 'रिब' हे याचे लघुरूपही आपण वापरू शकतो.

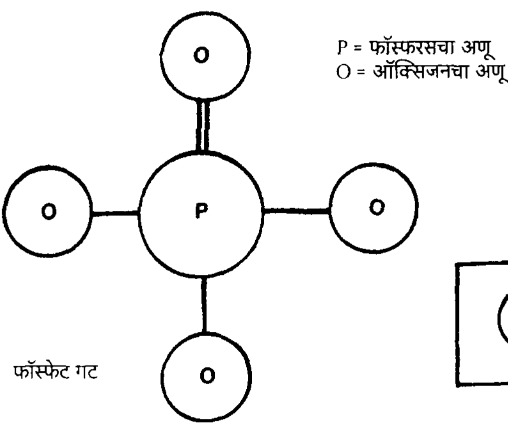
थायमस न्युक्लीक ॲसिडसंबंधी लेव्हिनला बऱ्याच अडचणी आल्या. यात कार्बनचे ५ अणू असणारी साखरही एका तुकड्यात मिळाली; पण थायमस न्युक्लीक ॲसिडमधील कार्बनचे ५ अणू असणारी साखरही रसायनशास्त्रज्ञांना माहीत असणाऱ्या इतर कार्बनच्या ५ अणू असणाऱ्या साखरेसारखी नव्हती.

या ५ अणूंच्या साखरेत काय निराळे आहे याचा शोध लेव्हिनला लागला तो १९२९ साली. याच्या अणूंची रचना नेमकी रिबोजमधील अणूंच्या रचनेसारखीच होती, फक्त त्यात प्राणवायूचा एक अणू कमी होता. रसायनशास्त्रज्ञांनी अशा साखरेवर कधीच संशोधन केले नव्हते. अशा रेणूचा अभ्यास करणारा लेव्हिन हा पहिलाच रसायनशास्त्रज्ञ होता, म्हणून त्याला यात अडचणी आल्या यात आश्चर्य वाटण्यासारखे काहीच नाही. लेव्हिनने या नव्या साखरेला

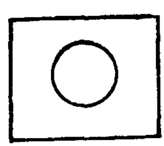
नाव दिले 'डिऑक्सिरिबोज'. 'डिऑक्सि' हा लॅटिनमध्ये 'एक ऑक्सिजन कमी' असे म्हणण्याचा एक मार्ग आहे. आपण यासाठी 'डेरिब' हे लघुरूप वापरू शकतो.

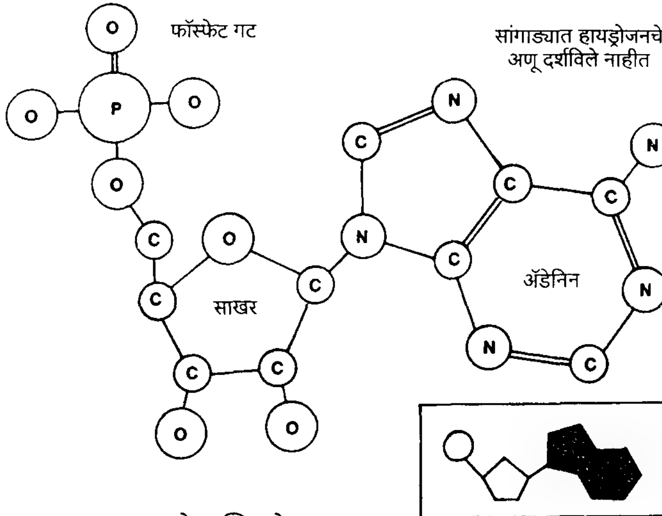
न्युक्लीक ॲसिडच्या दोन प्रकारांपैकी यीस्ट न्युक्लीक ॲसिडच्या रेणूत रिबोज व युरॅसिल होते, तर थायमस न्युक्लीक ॲसिडच्या रेणूत डिऑक्सिरिबोज व थायमिन होते, हे आपल्याला समजले.

युरॅसिल व थायमिनमधील फरकापेक्षा रिबोज व डिऑक्सिरिबोजमधील फरक हा अधिक महत्त्वाचा आहे, असा रसायनशास्त्रज्ञांनी निष्कर्ष काढला. म्हणून मग ते यीस्ट न्युक्लीक ॲसिडला म्हणू लागले, 'रिबोन्युक्लीक ॲसिड' व थायमस न्युक्लीक ॲसिडला 'डिऑक्सिरिबोन्युक्लीक ॲसिड'. ही दोन्ही नावे बरीच गुंतागुंतीची आहेत व बोलताना व लिहिताना त्यांना ती इतक्या वेळा वापरावी लागत, की त्यांची आद्याक्षरेच सर्वसामान्यपणे वापरात आली. रिबोन्युक्लीक ॲसिडला नेहमी



फॉस्फेट गट



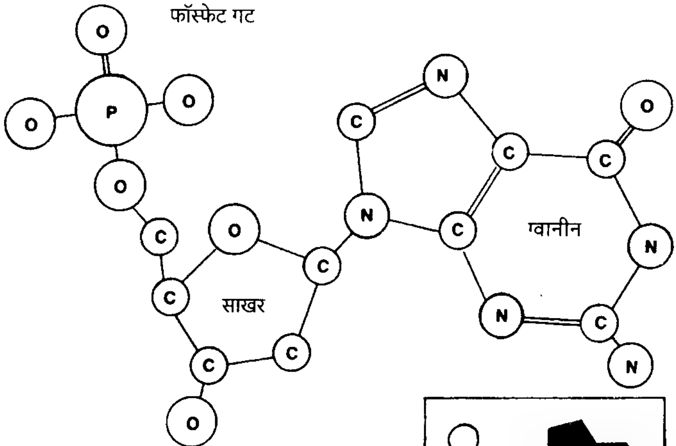


आर एन अे न्युक्लिओटाइड

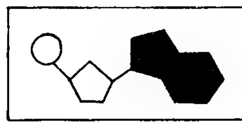
'आरएनए' म्हणतात आणि डिऑक्सिरिबोन्युक्लीक ॲसिडला म्हणतात 'डीएनए'.

सुरुवातीला मीशेरला ज्या फॉस्फरसच्या अणूचे इतके आश्चर्य वाटले होते तो अणू 'आरएनए' व 'डीएनए' या दोन्हीच्या रेणूंत असतो. न्युक्लीक ॲसिडमध्ये हे फॉस्फरसचे अणू एकटे नसतात; हायड्रोजन व प्राणवायूचे अणू असणाऱ्या गटांचा ते एक भाग असतात. या मिश्रणाचे नाव आहे 'फॉस्फेट गट' व यासाठी 'पीएच' असे लघुरूप वापरता येते.

न्युक्लीक ॲसिडचे रेणू बनण्यासाठी सर्व तुकडे ज्या तऱ्हेने एकत्रित आले असावेत अशी लेव्हिनची कल्पना होती, त्याप्रमाणे त्याने त्यांची मांडणी केली. प्युरीन व पायरिमिडीन रिबोज (किंवा डिऑक्सिरिबोज) यांना जोडले. ही सर्व मिश्रणे फॉस्फेट गटांना जोडली.



डी एन ए न्युक्लिओटाइड



आरएनए रेणूतील एक मिश्रण (कॉम्बिनेशन) खालीलप्रमाणे दिसेल :

ए - रिब - पीएच

डीएनए रेणूतील एक मिश्रण (कॉम्बिनेशन) खालीलप्रमाणे दिसेल :

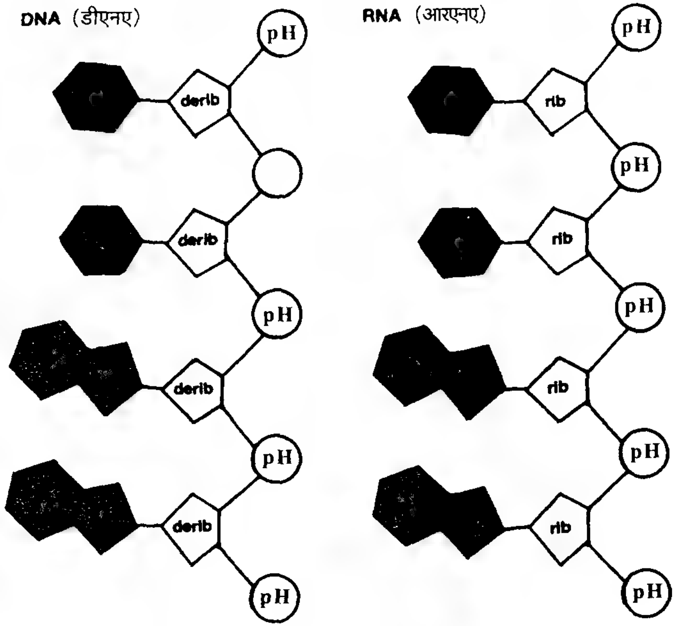
ए - डेरिब - पीएच

DNA (डीएनए)

A – derib
pH
G – derib
pH
c – derib
pH
t – derib

RNA (आरएनए)

A – rib
pH
G – rib
pH
c – rib
pH
u – rib



डी एन ए व आरएनएची टेट्रान्युक्लिओटाइड्स

दोन्हीमधील अशा कॉम्बिनेशनला 'न्युक्लिओटाइड' असेच म्हणतात.

आरएनए रेणूत चार निरनिराळी 'न्युक्लिओटाइड' असतात. वर दाखवलेले ॲडेनीन (ए) हे या मिश्रणाचा एक भाग आहे. उरलेल्या तिघांत ग्वानीन (जी), सायटोसिन (सी) किंवा युरॅसिल (यू) हे या मिश्रणाचा भाग असतात. डीएनएच्या रेणूतही चार निरनिराळी न्युक्लिओटाइड्स असतात व त्यात ॲडेनीन (A), ग्वानीन (G), सायटोसीन (C) किंवा थायमीन (T) असतात.

एखाद्या रेणूचा संपूर्ण आकार मोजण्याचे निरनिराळे मार्ग

आहेत. पेशींमधून मिळवलेल्या न्युक्लीक ॲसिडचे आकारही लेव्हिनने शोधून काढले. प्रत्येक रेणू चार न्युक्लिओटाइड्सचा, बहुधा प्रत्येक प्रकारचा एक, मिळून बनण्याइतका मोठा आहे, असे त्याचे मत झाले. एका 'न्युक्लिओटाइड'मधील फॉस्फेट गटाने दुसऱ्या न्युक्लिओटाइडमधील रिबोजला (किंवा डिऑक्सिरिबोजला) धरून ठेवले असल्याने ते एकत्र राहतात.

चार न्युक्लिओटाइड्स एकमेकांना जखडून एकत्रित राहतात त्यांचा होतो एक 'टेट्रान्युक्लिओटाइड'. 'टेट्रा' या ग्रीक शब्दाचा अर्थ आहे 'चार'.

डीएनए व आरएनएचे टेट्रान्युक्लिओटाइड खालीलप्रमाणे दिसतील :

डेरिब-पीएच आणि रिब-पीएच हे सर्वच न्युक्लिओटाइडमध्ये सारखेच असल्याने टेट्रान्युक्लिओटाइड दाखवण्याच्या सोप्या प्रकारांत ते खालीलप्रमाणे दिसतील.

न्युक्लिओटाइड्सच्या रचनेसंबंधी लेव्हिनने काही चूक केली नव्हती याची खात्री करून घेण्याचा सर्वोत्तम मार्ग म्हणजे, सर्वात साध्या रेणूंपासून सुरुवात करायची. या साध्या रेणूंवर माहीत असलेल्या पद्धतीने रासायनिक प्रक्रिया करून त्यांना एकत्र बांधता येते. अखेर लेव्हिनने विचारपूर्वक योजलेली रचना तयार करता येईल. अशा तऱ्हेने तयार झालेल्या रचनेच्या गुणधर्मांचा अभ्यास करता येईल. न्युक्लीक ॲसिडमधून मिळालेल्या रेणूंचे व या रेणूंचे गुणधर्म जर सारखे असतील, तर लेव्हिनचे म्हणणे सिद्ध झाले असे म्हणता येईल.

१९३८ सालाच्या सुरुवातीस अलेक्झांडर रॉबर्टस टॉड (१९०७-) या स्कॉटिश रसायनशास्त्रज्ञाने या समस्येवर संशोधनास सुरुवात केली. त्याने सर्व न्युक्लिओटाइड्स तयार केली व लेव्हिनने मांडलेली रचना अचूक होती असे त्याला आढळले. त्याच्या या

कार्यासाठी टॉडला १९५७ साली रसायनशास्त्राचे नोबेल पारितोषिक देण्यात आले.

(केवळ लेव्हिनचे कार्य अचूक होते हे दाखवून देण्यासाठी टॉडला नोबेल पारितोषिक का देण्यात आले असावे? आणि लेव्हिनला ते का मिळाले नाही? असा तुम्हाला प्रश्न पडला असेल. शास्त्रांमध्येदेखील सर्व काही नेहमीच योग्य असते असे नाही, हेच याचे उत्तर आहे. लेव्हिनने जेव्हा हे संशोधनकार्य केले, तेव्हा न्युक्लीक ॲसिड किती महत्त्वाचे आहे याची कोणालाच कल्पना नव्हती. ज्या वेळी त्याचे महत्त्व मान्य करण्यात आले व त्यावरील संशोधनासाठी वरचेवर नोबेल पारितोषिके दिली जाऊ लागली, तोपर्यंत लेव्हिन मरण पावला होता.)

२ | न्युक्लीक ॲसिड्स की प्रथिने?

न्युक्लीक ॲसिड्स शरीरात नेमके कोणते कार्य करीत असतील याचा जीवरसायनशास्त्रज्ञ विचार करत होते. त्यांचा काही महत्त्वाचा सहभाग असेल का?

कदाचित तो असूही शकेल. या शोधाच्या सुरुवातीच्या काळात मीशेरला माशांच्या बीजपेशीत न्युक्लीक ॲसिड मिळाले होते. बीज पेशी (स्पर्म सेल्स) अतिशय चिमुकल्या असतात व त्यात वडिलांकडून आनुवंशिकतेने मिळणाऱ्या गुणधर्माखेरीज इतर कशालाच जागा नसते. बीजपेशी आईकडील रंगसूत्रे (क्रोमोसोम्स) असणाऱ्या अंडपेशीत प्रवेश करतात. यातून तयार होणाऱ्या बीजांडपेशीतून (फर्टिलाइज्ड एग सेल) नवा जीव विकसित होतो. न्युक्लीक ॲसिडचा मग आनुवंशिकतेशी काही संबंध असेल का? तसे असल्यास, ते फारच महत्त्वाचे असेल.

१९१४ साली रॉबर्ट होयाकिन फॉइलजेन (१८८४-१९५५) या जर्मन जीवरसायनशास्त्रज्ञाने, ज्याचा केवळ डीएनएशी संयोग होईल, परंतु आरएनएशी नाही, अशा एका लाल रंगाचा शोध लावला. १९२३ साली त्याने हा रंग सजीवांच्या पेशींच्या पातळ तुकड्यांवर वापरून पाहिला. या रंगामुळे पेशीत विष पसरले; पण हे द्रव्य पेशीतील काही द्रव्यातच पसरले आणि बाकीच्या भागावर मात्र याचा काहीच परिणाम झाला नाही. ज्या ठिकाणी डीएनए होते त्याच ठिकाणी त्याचा संयोग झाला व त्या भागाला एक गडद लाल रंग आला व बाकीचा भाग मात्र रंगहीनच राहिला. पेशीचा एखादा रंगीत नकाशा बनवावा त्याप्रमाणे डीएनए कोठे आहे हे यावरून दिसून येत होते.

चाचणी केलेल्या प्रत्येक प्राण्याच्या व वनस्पतीच्या पेशीत सर्व डीएनए पेशीच्या गाभ्यातच एकवटलेला दिसून आला.

१९४० साली टोरयॉर्न ऑस्कर कॅस्परसन (१९१०-) हा स्वीडिश जीवरसायनशास्त्रज्ञ याच्याही आणखी पुढे गेला. काही वितंचके (एन्झाइम्स) डीएनएचे विघटन करतात, पण आरएनएवर त्यांचा काहीच परिणाम होत नाही. कॅस्परसनने प्रत्येक वितंचक वेगवेगळ्या पेशीवर वापरून पाहिले व त्यातून केवळ डीएनए किंवा केवळ आरएनए असणाऱ्या पेशी मिळवल्या. या पेशींमधून त्याने नंतर अतिनील (अल्ट्रा व्हॉयोलेट) प्रकाश सोडला. दोन्ही प्रकारच्या न्युक्लीक ॲसिडमध्ये अतिनील प्रकाश एका विशिष्ट प्रकारानेच शोषून घेतला जातो. पेशीमध्ये नेमक्या कोणत्या ठिकाणी डीएनए व आरएनए आहे हे कॅस्परसनला त्यावरून सांगता आले.

गाभ्यातील डीएनए प्रत्यक्षात रंगसूत्रातच (क्रोमोसोम) आहे, असे त्याला दिसून आले. याउलट आरएनए गाभ्याबाहेरच्या पेशीद्रव्यात (सायटोप्लाझम) एकवटलेला होता.

आणखी संशोधन केल्यानंतर काही आरएनए गाभ्याच्या काही भागात व काही डीएनए पेशीद्रव्याच्या काही भागातही असल्याचे आढळले. तथापि, बहुतेक सर्व डीएनए रंगसूत्रातच होता व बहुतेक सर्व आरएनए होता पेशीद्रव्यात.

या वेळेपर्यंत, गाभ्यातील रंगसूत्रांचा - शेवयांच्या जाड तुकड्यांसारख्या दिसणाऱ्या भागांचा - आनुवंशिकतेशी फार महत्त्वाचा संबंध असतो, हे शास्त्रज्ञांना चांगले माहीत झाले होते. रंगसूत्रात असणाऱ्या जनुकांद्वारे त्या विशिष्ट प्रजातीचे गुणधर्म आई-वडिलांकडून त्यांच्या मुलांकडे दिले जातात.

रंगसूत्रांत डीएनए असल्याने, डीएनएचा आनुवंशिकतेशी काहीतरी संबंध असावा असे वाटू लागले.

अर्थात, सर्वच सजीव पेशींचे बनलेले नसतात. विषाणू

(व्हायरस) अतिशय सूक्ष्म असून पेशींपेक्षाही लहान असतात आणि ते पेशींच्या आत शिरून तेथेच आपली संख्या वाढवतात असे दिसते. असे विषाणू आपली संख्या वाढवताना आपल्यासारखेच विषाणू निर्माण करतात, म्हणजे त्यांच्याकडेही आनुवंशिकतेने आपले गुणधर्म चालू ठेवण्याचा काहीतरी मार्ग असला पाहिजे. ही कोणती यंत्रणा असेल?

पेशींचा कोणताही भाग ज्यात नाही असे विषाणूंचे पूर्णपणे



चिलटाची रंगसूत्रे

शुद्ध स्वरूपातील नमुने मिळेपर्यंत, विषाणू नेमके कसे बनले आहेत याची शास्त्रज्ञांना खात्री नव्हती. वेन्डेल मेरेडिथ स्टॅन्ली (१९०४-१९७१) या अमेरिकन जीवरसायनशास्त्रज्ञाला सर्वप्रथम असे शुद्ध नमुने मिळवण्यात यश आले. तंबाखूच्या झाडांवर पडणाऱ्या 'तंबाखूच्या नक्षीच्या विषाणूं'वर तो संशोधन करत होता. १९३५ साली, हा रोग पडलेल्या तंबाखूच्या पानांच्या लगद्यातून सुईसारखे सूक्ष्म कण (क्रिस्टल्स) मिळवण्यात तो यशस्वी झाला.

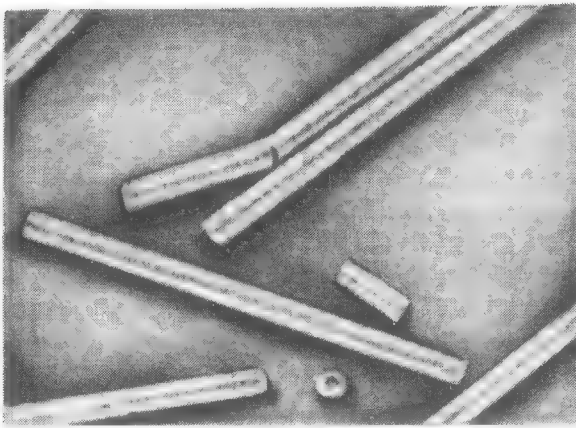
तंबाखूच्या नक्षीच्या रोगाच्या विषाणूंचे हे शुद्ध कण प्रथिनांचे बनलेले होते. तेव्हापासून वेगळे करण्यात आलेले व शुद्ध स्वरूपातील सर्व विषाणू प्रथिनांचेच बनले असल्याचे दिसून आले आहेत. या संशोधनकार्यासाठी स्टॅन्लीला १९४८ सालचे रसायनशास्त्रातील नोबेल पारितोषिक विभागून देण्यात आले.

त्यानंतर लगेच, विषाणूंमध्ये प्रथिनांपेक्षाही अधिक काहीतरी आहे असा शोध लागला. १९३७ साली फ्रेडरिक चार्ल्स बॉडेन (१९०८-) या इंग्रज जीवशास्त्रज्ञाने शोध लावला, की तंबाखूच्या नक्षीच्या रोगांच्या विषाणूंमध्ये आरएनए व प्रथिनही आहे. तेव्हापासून, सर्व विषाणूंतही न्युक्लीक ॲसिड असते, असे शोधून काढण्यात आले. साध्या विषाणूंमध्ये सामान्यत: आरएनए असते, पण अधिक गुंतागुंतीच्या विषाणूंमध्ये डीएनएही असते. काहीत दोन्हीही असते.

विषाणू म्हणजे पेशींचा भाग नसणारी सुटी रंगसूत्रे, या दृष्टीनेही त्यांचा विचार करणे शक्य आहे. विषाणू जेव्हा पेशींवर कब्जा करतात तेव्हा ते पेशीतील रंगसूत्रांकडून त्या पेशीचे नियंत्रण स्वत:कडे घेतात.

रंगसूत्रे व विषाणू यांच्यामध्ये असे काय विशेष आहे, की ते आनुवंशिकता व पेशींचे आणि त्या सजीवाचे दैनंदिन कार्यही नियंत्रित करतात? सर्व रंगसूत्रे व विषाणू हे प्रथिने व डीएनए यांचेच बनले असल्याने (केवळ आरएनए असणाऱ्या साध्या विषाणूंचा अपवाद वगळता) प्रथिने किंवा डीएनए हे कार्य करत असावेत अथवा दोन्ही मिळूनही हे कार्य करत असावेत.

सुरुवातीला, प्रथिनांचे रेणूच आनुवंशिकता व सजीव पेशींचे नियंत्रण करत असावेत, अशी शास्त्रज्ञांना खात्री वाटत होती. याबाबतचे डीएनएचे कार्य हे प्रथिनांना सहाय्यक अशा स्वरूपाचे असणार, असेच त्यांना वाटत होते.



तंबाखूच्या नक्षीच्या रोगाचे विषाणू

जीवनाशी संबंधित असणारे प्रथिनांचे रेणू हे सर्वांत गुंतागुंतीचे रेणू आहेत, असा जवळजवळ शतकभर शास्त्रज्ञांचा विश्वास होता, हेही त्यामागील एक कारण होते. अस्तित्वात असणाऱ्या कोणत्याही रेणूंमधील ते खरोखरच सर्वाधिक गुंतागुंतीचे रेणू आहेत.

प्रथिने प्रचंड आकाराच्या रेणूंची बनलेली असतात. त्यांच्यात शेकडो किंवा लाखो अणू असतात. पिष्टमय पदार्थ किंवा लाकडाचा एक मोठा भाग म्हणजे सेल्युलोज यांचे रेणूही असेच महाकाय असतात. इतर कोणत्याच महाकाय रेणूंची प्रथिनांच्या रेणूंशी तुलना होऊ शकणार नाही, असेच दिसत होते.

मोठ्या आकाराच्या रेणूंचे लहान-लहान तुकड्यांत सहज रूपांतर करता येते. असे लहान-लहान भाग एखाद्या दोऱ्यात मणी ओवावेत तसे एकमेकांना धरून असतात व अशा मालिकेचाच एक मोठा रेणू बनतो. बहुधा असा महाकाय रेणू बनवणारे तुकडे एकाच प्रकारचे असतात. म्हणजे पिष्टमय पदार्थाचे विघटन केल्यास त्यात ग्लुकोज नावाच्या साध्या साखरेचे लहान रेणू आढळतील.

सेल्युलोजचेही ग्लुकोजच्या लहान-लहान तुकड्यांत विघटन करता येते.

रसायनशास्त्रज्ञ प्रयोगशाळेत अशा प्रचंड आकारांच्या रेणूंचे प्लास्टिक बनवतात. यांचे जर साध्या (सिंपल) रेणूंत रूपांतर केले तर ते बहुधा एकाच प्रकारचे किंवा कदाचित दोनच प्रकारचे असतील.

प्रथिनांच्या रेणूंचेही साध्या रेणूंमध्ये रूपांतर केल्यास ते ॲमिनो ॲसिड्सचे बनलेले दिसून येतात. तथापि, ॲमिनो ॲसिड्सचे अनेक प्रकार असतात. प्रथिनांच्या रेणूंत कधी कधी २० निरनिराळ्या प्रकारच्या ॲमिनो ॲसिड्सच्या लांबलचक साखळ्या असतात.

पिष्टमय पदार्थ, सेल्युलोज किंवा प्लास्टिकचे रेणू जर एका किंवा दोनच प्रकारच्या निरनिराळ्या तुकड्यांचे (युनिट) बनले असतील, तर त्या साखळ्यांची लांबी किंवा त्या साखळ्या सरळ आहेत की त्यांना फाटे फुटलेले आहेत, या दोनच बाबतींत त्यांच्यात फरक आढळून येईल.

परंतु प्रथिन बनवणाऱ्या ॲमिनो ॲसिडच्या साखळ्या या २० प्रकारांपैकी किती प्रकारांत आहेत, एवढ्या एकाच बाबतीत निराळ्या असतील असे नसून, त्यांच्या नेमक्या रचनेच्या दृष्टीनेदेखील त्यांच्यात फरक असेल. त्यांच्या हजारो अब्ज प्रकारच्या निरनिराळ्या रचना होऊ शकतात व प्रत्येक वेळी एक निराळाच रेणू मिळतो.

याचा अर्थ, प्रत्येक जातीतील - म्हणजेच प्रत्येक सजीवातील - प्रथिने ही दुसऱ्या कोणत्याच जातीसारखी किंवा व्यक्तीसारखी नसणार. सजीवांमध्ये इतका फरक आढळतो किंवा ते इतक्या गुंतागुंतीच्या वेगवेगळ्या गोष्टी करू शकतात याचे कारण, ते ज्या प्रथिनांपासून बनले आहेत त्यांचे अनेक प्रकार होऊ शकतात व प्रत्येकाचे गुणधर्म निरनिराळे असतात.

लेव्हिनच्या संशोधनाच्या निष्कर्षानुसार न्युक्लीक ॲसिडचे

रेणू हे महाकाय रेणू नव्हते. त्यांत फक्त चारच वेगवेगळे न्युक्लिओटाइड्स होते व न्युक्लीक ॲसिडच्या रेणूंत चारपैकी प्रत्येकाचा एकच रेणू होता.

प्रत्येक पेशीचे कार्य निरनिराळ्या असंख्य वितंचकांच्या उपलब्धतेवर अवलंबून असते व त्यासाठी ते विशिष्ट मात्रेत असावे लागते. ही वितंचके प्रथिनांच्या रेणूंची बनलेली असतात. प्रत्येक नवी पेशी आपल्याला आवश्यक ते वितंचक स्वतःच तयार करते, याचा अर्थ त्या पेशीतच या वितंचकाचा रेणू योग्य प्रकारे बनवण्याचा आराखडा (ब्ल्यू प्रिंट) असणार.

प्रथिनाच्या एखाद्या गुंतागुंतीच्या रेणूतच प्रथिनाचा दुसरा रेणू बनवण्याची गुंतागुंतीची माहिती असू शकेल हे नक्की. चार न्युक्लिओटाइड्सचा बनलेला डीएनएचा लहानसा रेणू या मोठ्या कामासाठी फारच चिमुकला वाटत होता.

अर्थातच न्युक्लीक ॲसिडमध्ये फक्त चारच न्युक्लिओटाइड्स असतात, हे लेव्हिनचे म्हणणे अखेर चुकीचेच ठरले. पेशीतून न्युक्लीक ॲसिड काढून घेण्यासाठी त्याने वापरलेले तंत्र बरेचसे आडदांडपणाचे होते. त्यामुळे रेणूचे तुकडे पडत असत.

जीवरसायनशास्त्रज्ञांना जसजसे न्युक्लीक ॲसिड नाजूक प्रकारे काढता येऊ लागले, तसतसे त्यांना अधिकाधिक लांबलचक रेणू मिळू लागले. अखेर, डीएनएदेखील प्रथिनाच्या रेणूप्रमाणेच किंवा त्याहूनही महाकाय रेणूंचा बनला होता, असे दिसून आले.

तरीही जीवरसायनशास्त्रज्ञांना प्रथिन हाच सजीवांमधील सर्वात महत्त्वाचा रेणू असण्याची इतकी सवय झाली होती, की त्यांनी डीएनएकडे दुर्लक्षच केले; पण मग एक दिवस मात्र सर्वच बदलून गेले.

३ | डीएनएचा विजय

न्युमोनिया या आजाराचे जंतू 'न्युमोकॉक्सी' यांचा शास्त्रज्ञ बऱ्याच काळापासून अभ्यास करत होते. 'न्युमोकॉक्सी'चे एकवचन आहे 'न्युमोकोकस'.

'न्युमोकॉक्सी'चे दोन प्रकार असतात. एका प्रकारात या जिवाणूंच्या पेशींवर गुंतागुंतीच्या एका शर्करेचे गुळगुळीत आवरण असते. या प्रकाराला म्हणतात 'न्युमोकोकस-एस' (म्हणजे 'स्मूथ'). दुसऱ्या प्रकारात असे आवरण नसते म्हणून ती खडबडीत दिसते. तिला म्हणतात 'न्युमोकोकस-आर' (म्हणजे 'रफ').

'न्युमोकोकस-आर'मध्ये गुंतागुंतीच्या गुळगुळीत द्रव्याचे आवरण बनवण्यासाठी आवश्यक असणारे जनुक नसते. १९२८ साली फ्रेडरिक रीस ग्रिफिथ, ज्युनियर (१८९१-) या अमेरिकन जीवशास्त्रज्ञाने 'न्युमोकोकस-एस' असलेले बरेचसे द्रव्य त्यातील सर्व जिवाणू मरून जाईपर्यंत तापवले. मृत जिवाणू असणारे हे द्रव त्याने जिवंत 'न्युमोकोकस-आर' असणाऱ्या द्रवात मिसळले. 'न्युमोकोकस-आर'ची संख्या वाढताना त्यांचे रूपांतर 'न्युमोकोकस-एस'मध्ये झाल्याचे त्याच्या लक्षात आले.

'न्युमोकोकस-एस' हे जिवाणू जरी जीवित नसले, तरी त्यातील गुळगुळीत आवरण तयार करणारे जनुक अद्यापही कार्यक्षम होते. म्हणून हे जनुक 'न्युमोकोकस-आर' जनुक नसणाऱ्या जिवाणूंमध्ये मिसळण्यात आल्यावर जिवाणूंनी हे गुळगुळीत आवरण तयार केले व ते 'न्युमोकोकस-एस' बनले.

अर्थातच, शास्त्रज्ञांनी हे जनुक वेगळे करण्याचा प्रयत्न केला, त्याला त्या वेळी 'बदलामागील तत्त्व' (ट्रान्सफॉर्मिंग प्रिन्सिपल)

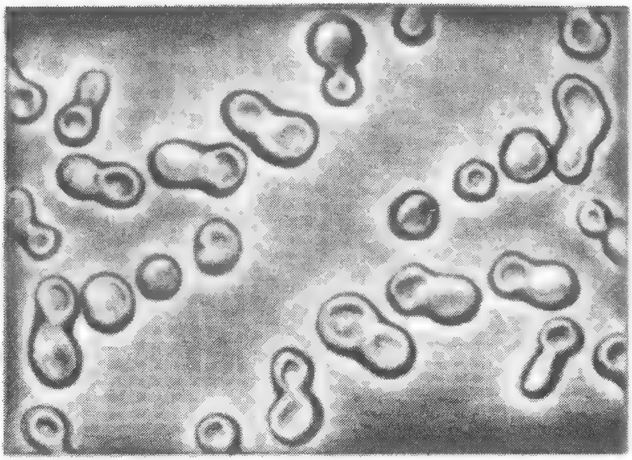
म्हणत असत. हे जनुक म्हणजे एखादे प्रथिनच असणार अशी त्यांची अपेक्षा होती.

ओस्वॉल्ड थिओडोर अॅव्हरी (१८७७-१९५५) या कॅनेडियन-अमेरिकन जीवशास्त्रज्ञाला या समस्येत विशेष स्वारस्य होते. थोडे थोडे करत त्याने हे 'बदलामागील तत्त्व' असणारे द्रव्य शुद्ध करायला सुरुवात केली. अखेर इतर सर्व गोष्टी काढून टाकल्यावर केवळ 'बदलामागील तत्त्व'च शिल्लक राहिले.

या द्रव्यात काय शिल्लक आहे हे पाहण्यासाठी चाचणी केली असता त्यात डीएनए असलेले त्याला आढळले. त्यात कोणतेच प्रथिन मात्र सापडले नाही. १९४४ साली प्रथिनाच्या कोणत्याही साहाय्याशिवाय काम करणारे डीएनए हेच ते जनुक आहे, असे अॅव्हरीने आपल्या दोन सहकाऱ्यांसह जाहीर केले.

तसे असल्यास, सर्व जनुके डीएनएचीच बनली असणे शक्य होते; आणि डीएनए या द्रव्यामुळेच पेशींचे गुणधर्म निर्धारित होत असतील. डीएनएमध्येच आनुवंशिकतेने पेशींना दिली जाणारी माहिती साठवली जात असेल. पेशींचे विभाजन होताना व आई-वडिलांकडून त्यांच्या मुलांना, तसेच वनस्पती व प्राण्यांचे पुनरुत्पादन होताना ही माहिती एका पेशीकडून दुसरीकडे दिली जात असणार.

अॅव्हरीने एकदा असा शोध लावल्यावर, डीएनए पेशींचे नियंत्रण करत असेल या विचारात शास्त्रज्ञांना अधिकाअधिक तथ्य वाटू लागले. उदाहरणार्थ, १९५२ साली अल्फ्रेड डे हर्शे (१९०८-) या अमेरिकन जीवशास्त्रज्ञाने शोध लावला, की एखादा विषाणू पेशीवर हल्ला करतो त्या वेळी त्या विषाणूतील फक्त डीएनएच पेशीत प्रवेश करते, विषाणूतील प्रथिन बाहेरच राहते. तरीही पेशीत गेल्यावर विषाणूचे डीएनए नेमके आपल्यासारखे आणखी डीएनए तर तयार करतेच, पण बाहेर राहिलेल्या आपल्या प्रथिनासारखे आणखी बरेचसे प्रथिनदेखील तयार करते. यावरून डीएनएच्या



न्यूमोकोकस जंतू

रेणूत प्रथिनाच्या रेणूच्या रचनेचाही आराखडा (ब्ल्यू प्रिंट) असतो हे स्पष्ट झाले.

आता डीएनएच्या रेणूत ही माहिती असणारे, आपली संख्या वाढवण्याची माहिती असणारे व शिवाय ही माहिती अबाधित राखणारे असे काय आहे, हे शोधून काढणे शास्त्रज्ञांना भागच होते.

१९४४ साली, ॲव्हरी डीएनएसंबंधीचे आपले निष्कर्ष जाहीर करत होता, त्याच वेळी गुंतागुंतीच्या मिश्रणांचे पृथक्करण करण्याचे नवे तंत्र विकसित होत होते. याचे नाव आहे 'पेपर क्रोमॅटोग्राफी'. या प्रक्रियेद्वारे रासायनिक मिश्रणातील घटक वेगळे केले जातात. डीएनएवरील संशोधनासाठी या तंत्राचा लगेचच उपयोग करण्यात आला.

एर्विन चारगॉफ (१९०५-) या ऑस्ट्रियन-अमेरिकन जीवरसायनशास्त्रज्ञाने सर्व प्युरीन्स व पायरिमिडीन मोकळी होईपर्यंत डीएनएच्या रेणूचे तुकडे केले. त्यानंतर त्याने ॲडेनीन व ग्वानीन या

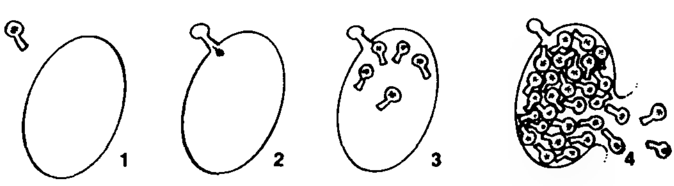
दोन प्युरीनच्या मिश्रणाचे आणि सायटोसिन व थायमिन या दोन पायरिमिडीनच्या मिश्रणांचे, त्यात प्रत्येकाचे प्रमाण किती आहे हे पाहण्यासाठी पृथक्करण केले.

१९४८ साली चारगॉफने दाखवून दिले, की त्याने परीक्षण केलेल्या सर्व डीएनएमध्ये प्युरीनच्या रेणूंची व पायरिमिडीनच्या रेणूंची एकूण संख्या सारखीच होती. याचा अर्थ, ॲडेनीन व ग्वानीन यांची बेरीज सायटोसिन व थायमिन यांच्या बेरजेइतकीच होती. विशेष म्हणजे, ॲडेनीनच्या रेणूंची संख्या थायमिनच्या रेणूंच्या संख्येइतकीच होती आणि ग्वानीनच्या रेणूंची संख्या होती सायटोसिनच्या रेणूंइतकी.

असे का असावे हे मात्र चारगॉफ सांगू शकला नाही; परंतु या बरोबरीचा डीएनएच्या रेणूच्या रचनेशी काहीतरी संबंध असावा, असे त्याचे मत झाले.

डीएनएच्या रेणूची रचना पडताळून पाहण्याचा आणखी एक मार्ग म्हणजे, डीएनए असणारे द्रव. त्यात केवळ डीएनएचे रेणूच शिल्लक राहीपर्यंत शुद्ध करायचे व त्यांना त्या द्रवातून नाजूक धाग्यांच्या स्वरूपात बाहेर काढायचे. या धाग्यांवर क्ष-किरणांचा मारा करायचा. त्याने रेणूतील एका अणूवर आघात केला की तो किरण कोणत्या तरी दिशेने उसळी मारेल.

डीएनएसारख्या एखाद्या लांबलचक रेणूत एखादी रचना परत परत आली आहे अशी कल्पना करा. तसेच अणूंचा एखादा गट



पेशीवर हल्ला करून विषाणू तिचा नाश करतात.

एका ठिकाणी आहे व तो ठरावीक अंतराने या साखळीत परत परत आढळतो अशीही कल्पना करा. (एखादी आकृती एखाद्या कापडाच्या ताग्यात दर फुटावर परत येत असावी त्याप्रमाणे.)

तसे असल्यास, क्ष-किरण अणूंच्या त्या गटावर प्रत्येक ठिकाणी आघात करतील व अणू दरवेळी त्याच दिशेने उसळी घेतील. क्ष-किरण वाटेल त्या दिशेने उसळण्याऐवजी त्यांचा एकाच दिशेने जाणारा एक झोतच तयार होईल.

क्ष-किरण फोटोफिल्मवर अंधुक प्रतिमा उमटवतात म्हणून त्यांचा फोटोही घेता येतो. रेणूंतील अणूंच्या गटाचे विशिष्ट पॅटर्न किंवा आकृतिबंध नसेल, तर क्ष-किरण सर्वच दिशांना उसळतील व फोटो अस्पष्ट ढगासारखा येईल.

तथापि, अणूंचा गट ठरावीक अंतराने परत परत येत असेल, तर फोटोत ठिपक्यांची नक्षी दिसेल. अशा प्रकारच्या 'क्ष-किरणाच्या विकिरीकरणाने' (एक्स रे डिफ्रॅक्शन) मिळालेल्या फोटोमुळे रेणूंत कशा प्रकारचे अणू ठरावीक अंतराने परत परत येत असतील याची कल्पना करून त्यावरून रेणूच्या रचनेचा अंदाज बांधता येतो. कदाचित रेणूंतील सर्व अणू योग्य ठिकाणी दाखवणारे रेणूचे त्रिमिती प्रतिरूप तयार करणेदेखील शक्य होईल.

१९५१ साली लायनस कार्ल पाउलिंग (१९०१-) या अमेरिकन रसायनशास्त्रज्ञाने प्रथिनांची रचना शोधून काढली. त्यासाठी त्याने क्ष-किरण विकिरीकरणाच्या तंत्राचा व अणू एकमेकांत कशा प्रकारे फिट बसतात यासंबंधीच्या आपल्या स्वतःच्या संशोधनाचाही उपयोग केला. ॲमिनो ॲसिड्सच्या साखळ्या या गोल गोल फिरत जाणाऱ्या स्प्रिंगसारख्या स्वरूपात (हीलिक्स) असतात, असे त्याने दाखवून दिले. गोल जिने किंवा पलंगात असणाऱ्या स्प्रिंगमध्ये तुम्ही हा आकार पाहिला असेल.

अर्थात, साध्या प्रथिनांमधील ॲमिनो ॲसिड्सच्या साखळ्या



लायनस पाउलिंग

सरळ रेषेत असतात. वितंचकांसारख्या प्रथिनांमधील वेटोळ्यांत (हीलिक्स) मात्र ती गुंतागुंतीच्या पद्धतीने वळतात व वाकतात. तरीही, जीवरसायनशास्त्रज्ञांनी एकदा अशा वेटोळ्यांचा विचार केल्यावर इतर गुंता सोडवणे सोपे झाले. आता अनेक प्रथिनांच्या रेणूंचा नेमका आकारही माहीत झाला आहे.

पाउलिंगने आपली सूचना केल्यावर जीवरसायनशास्त्रज्ञांना ही कल्पना पटली आणि डीएनएच्या रेणूंतील न्युक्लिओटाइड्सची लांबलचक साखळीदेखील वेटोळ्यांच्या पद्धतीचीच असेल, असेही काहींना वाटू लागले.

४ | दुहेरी वेटोळी

फ्रॅन्सिस हॅरी कॉम्प्टन क्रिक (१९१६-) हा इंग्रज शास्त्रज्ञ व त्याचा अमेरिकन साथीदार जेम्स ड्युई वॅटसन (१९२८-) या दोन शास्त्रज्ञांना डीएनएच्या वेटोळ्यांच्या शक्यतेमध्ये विशेष स्वारस्य होते.

त्यांनी निरनिराळ्या प्रकारच्या वेटोळ्यांचा विचार केला, पण त्यातील कोणतेच योग्य वाटत नव्हते. अणू नैसर्गिकरीत्या एकमेकांत ज्या पद्धतीने एकत्र येतील त्याच पद्धतीने हे वेटोळे वळायला हवे होते. तसेच त्याने क्ष-किरण विकिरीकरणाच्या फोटोंचेही स्पष्टीकरण मिळायला हवे. त्याचबरोबर न्युक्लीक ॲसिडचे काम कसे चालते हे समजण्यासदेखील त्यावरून मदत व्हायला हवी. क्रिक व वॅटसननी कितीही प्रयत्न केला, तरी या सर्वांना समाधानकारक उत्तर देणारा पर्याय काही त्यांना मिळत नव्हता.

त्यांना शुद्ध डीएनएच्या उत्तम प्रतीच्या क्ष-किरण विकिरीकरण फोटोंची गरज होती व ते काही सहजासहजी मिळत नव्हते.

योगायोगाने, क्रिक व वॅटसन काम करत होते त्याच ठिकाणी मॉरिस ह्यू फ्रेडरिक विल्किन्स (१९१६-) हा न्यूझीलंडमध्ये जन्मलेला जीवरसायनशास्त्रज्ञही होता. त्याने डीएनएचे असे शुद्ध धागे बनवले, की त्यावरून उत्तम क्ष-किरण विकिरीकरण फोटो घेता येतील. रोझालिंड एल्सी फ्रॅन्कलिन (१९२०-१९५८) ही इंग्रज रसायनशास्त्रज्ञ विल्किन्ससह काम करत असे. तिने विल्किन्सने तयार केलेले डीएनएचे धागे वापरून अतिशय उत्कृष्ट प्रतीचे क्ष-किरण विकिरीकरण फोटो घेतले.

फ्रॅन्कलिन ही अतिशय काळजीपूर्वक काम करणारी शास्त्रज्ञ

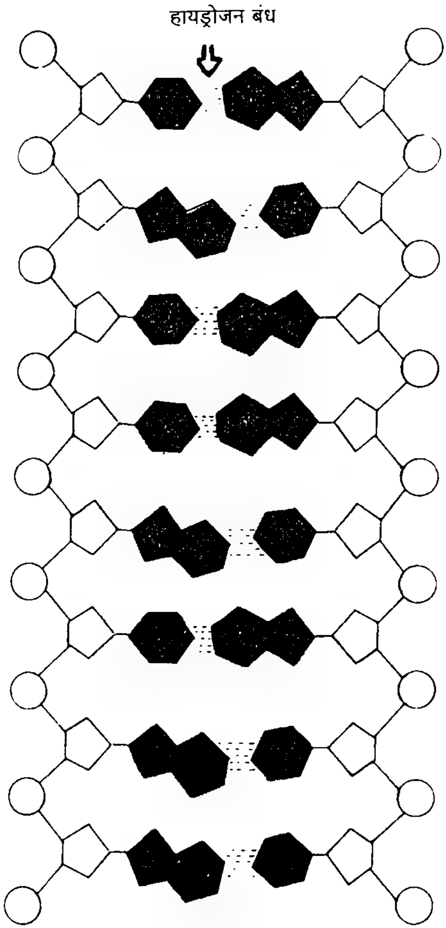
होती. तिला या फोटोंवरून घाईघाईने काही निष्कर्ष काढायचे नव्हते. तिला त्यात काही चुका राहायला नको होत्या. शिवाय ती त्यांचा अर्थ लावत असताना ते फोटो इतर कोणी पाहावेत अशीही तिची इच्छा नव्हती.

परंतु तिची परवानगी न घेताच विल्किन्सने ते फोटो क्रिक व वॅटसनना दाखवले. ते दोघेही (विशेषतः वॅटकिन्स) फ्रँकलिनपेक्षा उतावळे होते व फोटो पाहिल्याबरोबर लगेच त्यांना एक विशेष कल्पना सुचली.


रोझालिंड फ्रँकलिन

त्यांनी असा निष्कर्ष काढला, की प्रथिनाचा रेणू अमिनो ॲसिडच्या साखळीतून बनतो; पण डीएनएचा रेणू न्युक्लिओटाइड्सच्या दुहेरी साखळीतून बनत असावा. न्युक्लिओटाइड्सच्या या साखळ्या अशा तऱ्हेने मांडल्या असाव्यात, की प्युरीन व पायरिमिडीन असलेले भाग समोरासमोर येत असावेत.

न्युक्लिओटाइड्सच्या दोन साखळ्यांतील प्युरीन व पायरिमिडीन हायड्रोजनच्या बंधाने (हायड्रोजन बॉन्ड्स) एकत्रित



न्युक्लिओटाइडची शृंखला

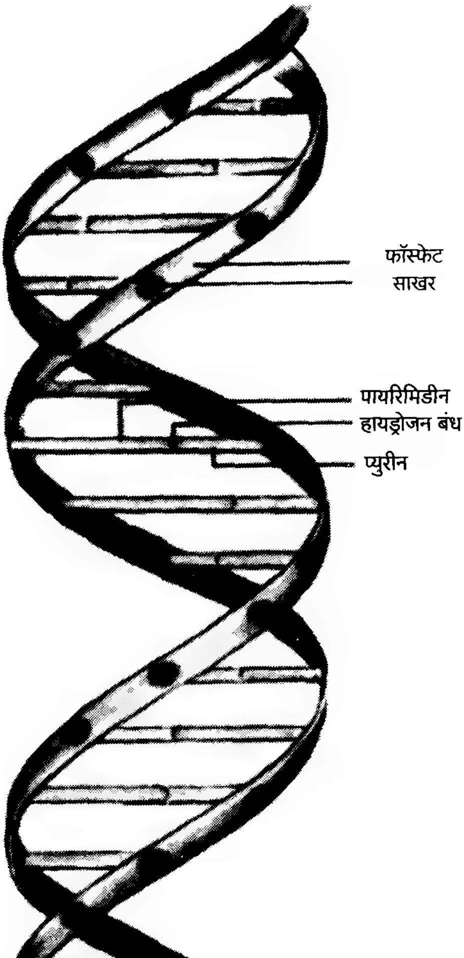
न्युक्लिओटाइडची शृंखला

धरून ठेवले जात असावेत. अणूंना एकत्रित धरून ठेवणाऱ्या इतर बंधांपेक्षा हायड्रोजनचे बंध कमकुवत असतात. नेहमीच्या परिस्थितीत न्युक्लिओटाइड्सच्या या दोन साखळ्या ते धरून ठेवू शकतात; परंतु मोक्याच्या क्षणी या साखळ्या वेगळ्या केल्या जाऊ शकतात.

वास्तविक, या साखळ्या म्हणजे झिपच्या समोरासमोरील बाजूंचे दात असावेत तशाच असतात. योग्य परिस्थितीत सामान्यतः झिप बंद राहते, परंतु ती उघडण्याची यंत्रणा खाली ओढल्यास झिपच्या दोन्ही बाजू चटकन मोकळ्या होतात.

न्युक्लिओटाइड्सच्या साखळ्यांमधील अंतर समान राहण्यासाठी एका बाजूचे दुहेरी कड्यांचे प्युरीन एकेरी कडे असणाऱ्या पायरिमिडीनच्या बरोबर समोर असावे लागते. त्यामुळे दोन साखळ्यांमधील जागा प्रत्येक ठिकाणी तीन कड्यांना पुरेशी इतकीच असते. जर प्युरीनच प्युरीनच्या समोर असेल, तर पुरेशी जागा राहणार नाही. जर पायरिमिडीन पायरिमिडीनच्या समोर आले तर ते एकमेकांपर्यंत पोचू शकणार नाहीत. यापैकी कोणत्याही परिस्थितीत दोन्ही साखळ्या त्या ठिकाणी एकमेकांना योग्य पद्धतीने धरून ठेवू शकणार नाहीत.

हायड्रोजनचे बंध ॲडेनीन व थायमिन चांगल्या प्रकारे धरून ठेवू शकतात, तसेच ते ग्वानीन व सायटोसिनही चांगल्या प्रकारे धरून ठेवू शकतात; पण ॲडेनीन व सायटोसिन किंवा ग्वानीन व थायमिन यांच्यामधील हायड्रोजनचे बंध बरेच कमकुवत असतात, म्हणून ते एकमेकांत चांगल्या प्रकारे जखडले जात नाहीत. न्युक्लिओटाइड्सच्या एका साखळीवरील क्रम कोणताही असला तरी चालेल, पण दुसऱ्या बाजूला मात्र दर वेळी त्याला योग्य असेच प्युरीन किंवा पायरिमिडीन असावे लागेल- उदाहरणार्थ, सायटोसिन व ग्वानीन, थायमिन व ॲडेनीन किंवा त्याच्या उलट. एका न्युक्लिओटाइड साखळीतील रचना जर A, G, A, t, t, c, G, G, G,



डीएनएची दुहेरी शृंखला

c अशी असेल, तर दुसऱ्यावर ती t, c, t, A, A, G, c, c, c, G अशीच असावी लागेल.

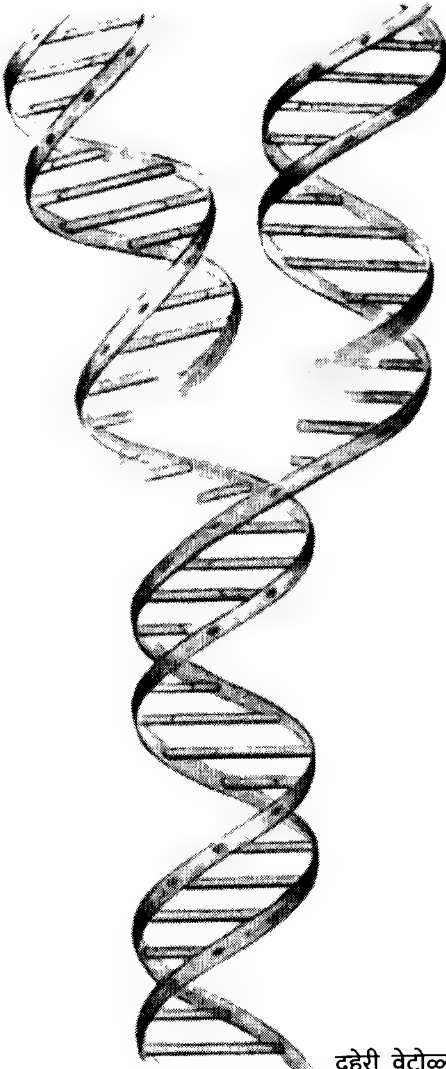
डीएनएच्या रेणूंत अॅडेनीन व थायमिन आणि ग्वानीन व सायटोसिनचे अणू सम प्रमाणात असतात, असा शोध चारगॉफने लावला होता, त्याचे अशा प्रकारे स्पष्टीकरण मिळते.

शेवटी या दोन्ही साखळ्या अशा प्रकारे वळलेल्या होत्या, की त्यातून दुपदरी साखळी (डबल हेलिक्स) तयार होते. गोल जाणारे दोन जिने अशा तऱ्हेने बसवले असावेत, की दोन्हीचे कठडे मधल्या मोकळ्या जागेत एकदम फिट बसावेत, तसेच हे होते.

वॅटसन व क्रिक या दोघांनी डीएनएच्या रेणूच्या साखळीचे असे दुपदरी स्वरूप १९५३ साली विशद केल्यावर त्याने चांगलीच खळबळ माजली. वॅटसन, क्रिक व विल्किन्स या तिघांना १९६२ सालचे शरीरशास्त्र व वैद्यकशास्त्रासाठीचे नोबेल पारितोषिक विभागून देण्यात आले. फ्रॅन्कलिनलादेखील हा सन्मान मिळाला असता; पण चार वर्षांपूर्वीच तिचे निधन झाले होते.

वॅटसन व क्रिकने मांडलेल्या रचनेमुळे डीएनएचा रेणू पेशीचे विभाजन होताना नेमका आपल्यासारखाच दुसरा रेणू कसा तयार करतो याचे स्पष्टीकरण मिळते. डीएनएचा प्रत्येक रेणू आपल्यासारखाच दुसरा रेणू निर्माण करतो, त्यामुळे त्वचेच्या एका पेशीच्या त्वचेच्या दोन पेशी बनतात, यकृताच्या एका पेशीच्या यकृताच्याच दोन पेशी बनतात वगैरे वगैरे. म्हणून अंड्याच्या पेशीतील रेणू हे आईच्या डीएनएच्या रेणूंसारखे असतात, बीजपेशीतील रेणू वडिलांसारखे असतात व त्यांच्या लहानग्यांमध्ये आई व वडील या दोघांचेही गुणधर्म येतात.

त्याचे कार्य पुढीलप्रमाणे होते. पेशीच्या विभाजनाची वेळ आली असता, दुपदरी साखळीचे पदर दोन बाजूंना ओढले जातात.



दुहेरी वेटोळ्यांची पुनर्निमिती

दोन्ही बाजूचे न्युक्लिओटाइड्स पेशीद्रवात एकटे असणारे न्युक्लिओटाइड्स चटकन पकडतात.

अशा प्रकारे थायमिन-ॲडेनीनची जोडी वेगळी झाली, की एका साखळीतील थायमिन पेशीद्रवातून चटकन एक नवे ॲडेनीन पकडते. पेशीजलात (सेल-फ्लुइड) थायमिनशी व्यवस्थित रीतीने जोडला जाणारा हा एकच रेणू असतो. त्याच वेळी दुसऱ्या साखळीतील ॲडेनीन त्याला फिट बसणारा थायमिनचा रेणू पेशीजलातून चटकन निवडून घेतो.

त्याच प्रकाराने, ग्वानीन-सायटोसिनची जोडी मोकळी झाल्यावर ग्वानीन एक नवे सायटोसिन न्युक्लिओटाइड पकडते व सायटोसिन एक नवे ग्वानीन. हे नवे न्युक्लिओटाइड्स एकत्र येऊन आपली स्वत:ची एक नवी साखळी बनवतात. याचा परिणाम म्हणजे, ही दुपदरी साखळी पूर्णपणे सुटी होईपर्यंत प्रत्येक न्युक्लिओटाइडच्या साखळीने त्याला फिट बसणारी दुसरी एक साखळी बनवलेली असते. म्हणून आता एका दुपदरी साखळीच्या जागी दोन दुपदरी साखळ्या बनतात व त्या पूर्णतया एकमेकांसारख्याच असतात.

या तऱ्हेने डीएनएचा प्रत्येक रेणू पेशींचे विभाजन होताना आपली प्रतिकृती निर्माण करतो. प्रत्येक रंगसूत्र आपली प्रतिकृती निर्माण करते व प्रत्येक नव्या पेशीला मूळच्या पेशीत होती तशीच रंगसूत्रे मिळतात.

नवा जीव आईच्या अंडपेशीतील डीएनएच्या रेणूतून व वडिलांच्या बीजपेशीतील डीएनएच्या रेणूंतून बनतो, म्हणून त्याच्यात दोघांचेही काही गुणधर्म उतरतात. डीएनएची प्रतिकृती जर नेमकी असेल, तर बाळाचे गुणधर्म त्याच्या आई-वडिलांपैकी एकासारखे असतील किंवा कधी कधी दोघांसारखेही असतील.

पण काहीच परिपूर्ण नसते. अधूनमधून कधीतरी प्रतिकृती

निर्माण होताना काहीतरी गडबड होते. कदाचित चुकीचे न्युक्लिओटाइड दुसऱ्याच कोणत्या तरी रेणूला जखडले जाते व नंतर त्याला त्यापासून सुटका करून घेता येत नाही. काही वेळा एखादे न्युक्लिओटाइड राहूनच जाते किंवा कधी एखादे जास्तीचे न्युक्लिओटाइड त्यात घुसते. मग डीएनएच्या रेणूत बदल होतो व पुढील विभाजनात त्याचप्रमाणे प्रतिकृती बनवल्या जातात.

या परिणामाला म्हणतात 'बदल' किंवा 'म्युटेशन' (उत्परिवर्तन). यात नव्या पेशींत किंवा नव्या जीवांत पूर्वीच्या पेशीत किंवा आई-वडिलांत नसणारे गुणधर्म दिसून येतात. या उत्परिवर्तनामुळेच उत्क्रांती घडून येऊ शकते.

५ तिळ्यांपासून अमिनो ॲसिड्सपर्यंत

आतापर्यंत पाहिले त्यावरून प्रतिकृती निर्माण करण्याच्या प्रक्रियेतून डीएनएचे रेणू त्यांच्यासारखेच आणखी रेणू कसे तयार करतात त्याचे स्पष्टीकरण मिळते. पेशींचे व सजीवांचे नियंत्रण ते कसे काय करतात? पेशींतील रासायनिक बदल नियंत्रित करण्याचे काम करणाऱ्या वितंचकांची निर्मिती योग्य दिशेने चालू ठेवून ते हे काम करतात. डीएनएच्या रेणूंतील न्युक्लिओटाइड्सचा क्रम वितंचकातील रेणू व अमिनो ॲसिड्सचा क्रम यांचे नियंत्रण करत असले पाहिजेत.

पण ते कसे शक्य आहे? वितंचकाच्या प्रत्येक रेणूत २० निरनिराळ्या वितंचकांच्या रेणूंची विशिष्ट रचना असते. याउलट, डीएनएमध्ये फक्त चार न्युक्लिओटाइड्सच्या विवक्षित रचना असतात. २० निरनिराळ्या अमिनो ॲसिड्सची माहिती फक्त चार न्युक्लिओटाइड्समध्ये कशी काय घालता येईल?

हे काही अशक्य नाही. इंग्रजी शब्द जरी २६ अक्षरांपासून बनलेले असले, तरी ठिपका व रेघ अशा दोनच खुणा असणाऱ्या मॉर्स कोडद्वारे इंग्रजी संदेश पाठवता येतातच की! अनेक ठिपके व रेघांच्या निरनिराळ्या रचना वेगवेगळी अक्षरे दर्शवू शकतात. केवळ ठिपके व रेषा या दोनच गोष्टींच्या हव्या तितक्या रचना बनवता येतात.

१९५४ साली, वॅटसन व क्रिक यांनी डीएनएची रचना उलगडून दाखवल्यानंतर लवकरच, जॉर्ज गॅमॉव्ह (१९०४-१९६८) या रशियन-अमेरिकन शास्त्रज्ञाने असे सुचवले, की न्युक्लिओटाइड्सचा गट एखादे अमिनो ॲसिड दर्शवीत असावा. ते काम कोणतेही

एकच न्युक्लिओटाइड करत नसावे.

उदाहरणार्थ, डीएनएमधील लांबलचक साखळीतील न्युक्लिओटाइडच्या प्रत्येक जोडीचा अभ्यास करत तुम्ही पुढे जात आहात अशी कल्पना करा. पहिल्या जोडीतील न्युक्लिओटाइड हे चार न्युक्लिओटाइड्सपैकी कोणतेही एक असू शकेल आणि दुसऱ्या जोडीतदेखील ते चारपैकी कोणतेही असू शकेल. म्हणजे वेगवेगळ्या जोडीतील एकूण संख्या होईल ४ × ४ किंवा १६. निरनिराळ्या जोड्या GG, GA, Gc, cG, Ac, At वगैरे प्रकारे लिहिता येतील व सर्व लिहून झाल्यावर एकूण १६ जोड्या असतील.

अर्थात, १६ जोड्या काही पुरेशा नाहीत. पण समजा, एका वेळी तीन जोड्यांचा विचार केला तर ४ × ४ × ४ म्हणजे ६४ निराळी कॉम्बिनेशन्स होतील. ते पुरेसे आहे. प्रत्येकी दोन, तीन किंवा चार असे तिळे एकच अमिनो ॲसिड दर्शवू शकेल. एका अमिनो ॲसिडची साखळी दाखवण्यासाठी सुरुवातीला एक तिळे असेल व एक तिळे त्या साखळीचा शेवट दाखवेल.

परंतु डीएनएच्या रेणूंत असलेली माहिती - न्युक्लिओटाइड्सच्या तिळ्यांचा क्रम - पेशीतील ज्या ठिकाणी वितंचकाचे रेणू तयार केले जातात तिथपर्यंत कशी काय पोचते? डीएनए रंगसूत्रात असतो व तो पेशीच्या गाभ्यात (न्युक्लियस) असतो. तथापि, वितंचके पेशीच्या गाभ्याबाहेरील पेशीद्रव्यामध्ये तयार होतात.

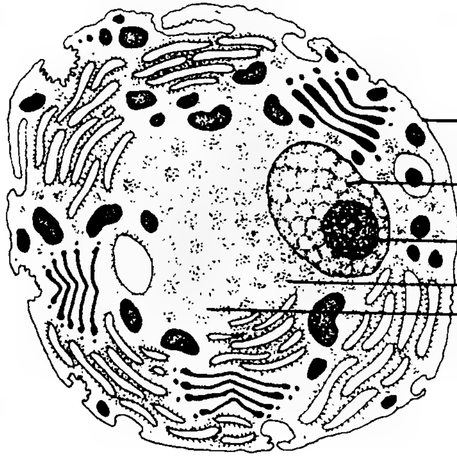
वितंचके तयार होण्याचे ठिकाण १९५६ साली जॉर्ज एमिल पालाडी (१९१२-) या रुमेनियमन-अमेरिकन जीवशास्त्रज्ञाने शोधून काढले. त्याने इलेक्ट्रॉन मायक्रोस्कोप (सूक्ष्मदर्शक) चा वापर केला. नेहमीच्या सूक्ष्मदर्शकापेक्षा याने पेशीचा अंतर्भाग बऱ्याच प्रमाणावर मोठा करून पाहता येतो. प्रत्येक मानवी पेशीच्या पेशीद्रव्यामध्ये त्याला सुमारे १,५0,000 चिमुकल्या रचना दिसल्या व त्यात वितंचकांचे उत्पादन होत होते. या प्रत्येक चिमुकल्या

भागात बरेचसे आरएनए (रायबो न्युक्लीक ॲसिड) होते, म्हणून त्यांना 'रायबोसोम्स' असे नाव देण्यात आले.

या संशोधनकार्यासाठी पालाडीला १९७४ सालचे शरीरशास्त्र व वैद्यकशास्त्राचे नोबेल पारितोषिक विभागून देण्यात आले.

परंतु डीएनएच्या रेणूतील माहिती रंगसूत्राकडून रायबोसोम्सकडे कशी काय जाते?

१९६१ साली जॅक ल्युसिॲन मोनो (१९१०-१९७६) व फ्रान्स्वा जाकोब (१९२०-) या दोन फ्रेंच जीवरसायनशास्त्रज्ञांनी,



पेशीचा आराखडा

आरएनए हे त्याचे उत्तर आहे, असे सुचवले. आरएनए गाभ्यात व पेशीद्रव्यात (विशेषत: रायबोसोम्समध्ये) अशा दोन्ही ठिकाणी असतो. शिवाय आरएनएची रचनादेखील डीएनएप्रमाणेच असते, फक्त त्यात डिऑक्सिरिबोजऐवजी रिबोज व थायमिनच्या बदली युरॅसिल असते, इतकाच काय तो फरक आहे. डीएनएचा रेणू



नोबेल पारितोषिक विजेते



फ्रान्स्वा जाकोब
(१९६५)



ज्याक मोनो
(१९६५)

प्रतिकृती बनवताना चुकून कधीतरी डीएनएच्या रेणूऐवजी आरएनएच्या रेणूची साखळी बनवत असेल.

आरएनएच्या न्युक्लिओटाइड्सच्या साखळीतही डीएनएच्या साखळीतील न्युक्लिओटाइड्सचाच क्रम असेल, फक्त त्यात थायमिनच्या जागी युरॅसिल असेल. मग आरएनएचा रेणू गाभ्यातून बाहेर पडेल व डीएनएची माहिती रायबोसोम्सकडे नेणाऱ्या संदेशवाहकाचे काम करल. आरएनएच्या या रेणूला मग 'संदेशवाहक आरएनए' (मेसेंजर आरएनए) असेच म्हटले जाऊ लागले.

मोनो व जाकोब यांचे म्हणणे अखेर खरे ठरले आणि त्यासाठी व न्युक्लीक ॲसिडसंबंधीच्या इतर संशोधन कार्यासाठी त्यांना शरीरशास्त्र व वैद्यकशास्त्राचे १९६५ सालचे नोबेल पारितोषिक विभागून देण्यात आले.

दरम्यान, १९५५ साली सेव्हेरो ओचोवा (१९०५-) या स्पॅनिश-अमेरिकन जीवरसायनशास्त्रज्ञाने आरएनएच्या साखळीतील न्युक्लिओटाइड्स एकत्रित बांधण्याचे काम करणाऱ्या एका वितंचकाचा शोध लावला होता. यामुळे कृत्रिम आरएनए बनवणे शक्य झाले. ओचोवाला यासाठी शरीरशास्त्र व वैद्यकशास्त्राचे



ॲल्ब्रेख कोसेल
(१९१०)



वेंडेल स्टॅन्ली
(१९४८)



ॲलेक्झांडर (टॉड)
(१९५७)

१९५९ सालचे नोबेल पारितोषिक विभागून देण्यात आले.

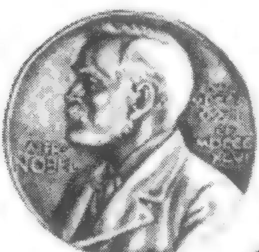
एकदा या संदेशवाहक आरएनएचा उलगडा झाल्यावर, मार्शल वॉरेन निरेन्बर्ग (१९२७-) या अमेरिकन जीवरसायनशास्त्रज्ञाने कृत्रिमरीत्या संदेशवाहक आरएनए तयार केला. कोणत्या न्युक्लिओटाइड्सपासून सुरुवात करायची हे ठरवल्यावर, तो हवे ते तिळे असणारा संदेशवाहक आरएनए बनवू शके. मग अमिनो ॲसिडच्या साखळीत कोणते विशिष्ट अमिनो ॲसिड तयार होते हे त्याला शोधून काढता येई. अशा तऱ्हेने निरेन्बर्गने जनुकीय आराखडा समजून घेण्यास सुरुवात केली. न्युक्लिओटाइड्सच्या कोणत्या तिळ्यापासून कोणते अमिनो ॲसिड तयार होते हे त्याने शोधून काढले. १९६७ सालापर्यंत न्युक्लिओटाइड्सच्या प्रत्येक तिळ्यापासून कोणते अमिनो ॲसिड तयार होते हे त्याने शोधून काढले व संपूर्ण जनुकीय आराखडा जाणून घेतला.

निरेन्बर्ग व त्यांच्याबरोबर संशोधन करणारे भारतीय-अमेरिकन जीवरसायनशास्त्रज्ञ हरगोबिंद खुराणा (१९२२-) या दोघांना शरीरशास्त्र व वैद्यकशास्त्राचे १९६८ सालचे नोबेल पारितोषिक विभागून देण्यात आले.

निरेन्बर्ग जनुकीय आराखड्यासंबंधी संशोधन करत असताना, मालॉन बुश होगलॅन्ड (१९२१-) हा आणखी एक अमेरिकन जीवरसायनशास्त्रज्ञ, पेशीद्रव्यात (सायटोप्लाझम) आरएनएचा रेणू नेमका कोठे असतो याचा शोध घेत होता.

हे दुहेरी टोके असणारे रेणू होते. एका टोकाला असणारे न्युक्लिओटाइड्सचे तिळे संदेशवाहक आरएनएच्या विशिष्ट तिळ्याला फिट बसे, तर याचे दुसरे टोक विशिष्ट अमिनो ॲसिडला योग्य रीतीने धरून ठेवे. या तिळ्याकडून अमिनो ॲसिडकडे माहिती वाहून नेली जाते म्हणून अशा रेणूला 'वाहक-आरएनए' (ट्रान्स्फर आरएनए) म्हणतात.

याचे काम कसे चालते ते आता तुम्हाला समजून घेता येईल. डीएनएच्या रेणूच्या एका भागाच्या प्रतिकृतीतून संदेशवाहक आरएनए बनला आहे. त्याचा रायबोसोमकडे प्रवास झाला की वाहक आरएनएचे रेणू संदेशवाहक आरएनएच्या निरनिराळ्या तिळ्यांना जखडतात. प्रत्येक तिळ्याला त्याला फिट बसेल असेच वाहक आरएनएचे तिळे मिळते. वाहक आरएनएच्या दुसऱ्या टोकाला ॲमिनो ॲसिड्स



नोबेल विजेते



मॅक्स डेलब्रुक
(१९६९)



साल्वाडोर ट्युरिया
(१९६९)

एकमेकांना आकर्षून घेतात, तीदेखील त्या विशिष्ट वाहक आरएनएच्या टोकाला फिट बसतील अशीच अमिनो ॲसिड्स असतात. मग सर्व अमिनो ॲसिड्स एकत्र येतात व त्या विशिष्ट वितंचकाचा रेणू तयार होतो.

रॉबर्ट विल्यम हॉली (१९२२-) या अमेरिकन रसायनशास्त्रज्ञाने वाहक आरएनएचा अतिशय काळजीपूर्वक अभ्यास केला. त्यांचे अनेक प्रकार त्याने १९६२ साली शुद्ध केले. १९६५ च्या सुमारास त्याने योग्य ते न्युक्लिओटाइड्स एकत्रित केले व त्यांचा एक रेणू तयार केला. १९६८ साली निरेन्बर्ग व खुराणा यांच्याबरोबरच त्यालाही नोबेल पारितोषिक विभागून देण्यात आले.

डीएनएच्या रेणूंत काही वेळा विचित्र बदल घडून येतो. १९४६ साली मॅक्स डेलब्रुक (१९०६-१९८१) हा जर्मन-अमेरिकन जीवशास्त्रज्ञ व साल्वादोर एडवर्ड ल्युरिया हा इटालियन-अमेरिकन शास्त्रज्ञ, यांनी मिळून असा शोध लावला, की विषाणूंमधील डीएनएचा रेणू काही वेळा कारण नसतानाच तुटतो. एका विषाणूतील डीएनएच्या एका तुकड्याचा दुसऱ्या विषाणूतील डीएनएच्या रेणूच्या

नोबेल विजेते



मार्शल निरेम्बर्ग
(१९६८)



हरगोविंद खुरापा
(१९६८)



रॉबर्ट हॉली
(१९६८)

दुसऱ्या तुकड्याशी संयोग होऊन त्यातून एक नवाच विषाणू तयार होतो. हर्शेनेही जवळजवळ त्याच सुमारास हाच शोध लावला. १९६९ साली तिघांनाही शरीरशास्त्र व वैद्यकशास्त्राचे नोबेल पारितोषिक विभागून देण्यात आले.

शास्त्रज्ञांना हे हेतूपूर्वक करता येईल का? हा खरा प्रश्न होता. डीएनएचा रेणू तोडून, वेगळ्या पद्धतीने त्याची बांधणी करून एक निराळाच रेणू बनवता येईल का?

डॅनिएल नाथन्स (१९२८-) व हॅमिल्टन ओथनेल स्मिथ (१९३१-) या अमेरिकन जीवशास्त्रज्ञांनी १९७० व १९७१ साली, न्युक्लिओटाइड्सचे एक विशिष्ट कॉम्बिनेशन बनल्यास डीएनएचा रेणू तोडतील अशा वितंचकांचा शोध लावला. या प्रकारे डीएनएचे काही मोठे तुकडे करणे शक्य झाले. डीएनएच्या रेणूची नेमकी रचना माहीत असेल, तर नेमके कोणते तुकडे मिळतील हे सांगता येत असे. नाथन्स व स्मिथ यांना १९७८ साली शरीरशास्त्र व वैद्यकशास्त्राचे नोबेल पारितोषिक देण्यात आले.

नोबेल विजेते



सेवेरो ओचोओ (१९५९)

पॉल (बर्ग) (१९८०)

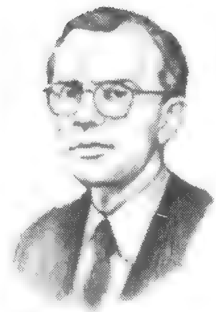
नोबेल विजेते



जेम्स वॅटसन
(१९६२)



फ्रॅन्सिस क्रिक
(१९६२)



मॉरिस विल्किन्स
(१९६२)

त्यानंतर लवकरच पॉल बर्ग (१९२६-) या अमेरिकन जीवरसायनशास्त्रज्ञाने डीएनएच्या रेणूंचे तुकडे परत एकत्रित करू शकतील - दर वेळी त्याच स्वरूपात असतील असे नाही - अशी वितंचके शोधून काढली. दोन निरनिराळ्या रेणूंच्या तुकड्यांचा मिळून एक नवा 'रिकॉम्बिनन्ट डीएनए' बनवता येई आणि तो निसर्गात सापडणाऱ्या कोणत्याही डीएनएपेक्षा निराळा असे. या संशोधनकार्यासाठी बर्गला १९८० साली रसायनशास्त्राचे नोबेल पारितोषिक विभागून देण्यात आले.

'रिकॉम्बिनन्ट डीएनए'च्या तंत्राचा वापर करून नवी जनुके, नवी वितंचके व नव्या रासायनिक क्षमता असणारे नवे जिवाणू तयार करणे शक्य आहे. या जिवाणूंकडून 'इन्सुलिन' नावाचा एक संप्रेरक स्राव (हार्मोन) तयार करून घेता येतो व त्याचा मधुमेह हा गंभीर आजार असणाऱ्या रुग्णांना उपयोग होऊ शकतो. प्राण्यांतील इन्सुलिनचाही वापर करता येतो; परंतु मानवी इन्सुलिन तयार करणारे जिवाणू बनवता येतात व ते इन्सुलिन अर्थातच अधिक चांगले असते.

इतरही काही महत्त्वाची द्रव्ये बनवणारे जिवाणू तयार करता येतील. उदाहरणार्थ, प्रदूषणाचे रूपांतर ते निरुपद्रवी द्रवात करू शकतील, अथवा काही महत्त्वाचे रासायनिक बदल घडवून आणू शकतील वगैरे वगैरे.

अर्थात, याबाबत खूपच काळजी घेणे आवश्यक आहे. लोकांत अगदी नवे व गंभीर आजार पसरवणारे नवे जिवाणू बनवण्यात आले तर? असे होण्याची फारशी शक्यता दिसत नाही; पण तरीही जीवशास्त्रज्ञांनी ही शक्यतादेखील लक्षात घ्यायला हवी.

सव्वाशे वर्षांपूर्वी मीशेरने शोधलेले विचित्र संयुग हे मानवात व सर्व विषाणूंमध्ये इतके महत्त्वाचे कार्य करत असेल असे त्या वेळी त्याला स्वप्नातदेखील वाटले नसेल. मानव अशा प्रकारे हे रेणू तोडून व त्यांना परत एकत्रित करून शास्त्राच्या एका नव्या शाखेची 'जेनेटिक इंजिनिअरिंग'ची मुहूर्तमेढ रोवेल, असे आपल्याला स्वप्नात तरी वाटले असते का?

याचे उत्तर बहुधा 'नाही' असेच असेल.


ALFR
NOBEL
MDCCC
XCVI

मनोविकास प्रकाशन



पेशींचा बारकाईने अभ्यास करताना मिशेर
या स्विस रसायन शास्त्रज्ञाला १८६९ साली
न्युक्लिन या एका नव्याच द्रव्याचा शोध लागला.
त्यातील प्रथिन व प्रथिनांच्या साखळ्यांचा
अभ्यास करता करता पेशीतील गुणसूत्रे
किंवा रंगसूत्रे यापर्यंत येऊन पोचण्यात
विसाव्या शतकाचा मध्य आला. त्यातूनच अनेक
सूक्ष्म जिवाणूंपासून ते मानवाच्या जीवनाचे
रहस्य उलगडण्यात जैवरसायनशास्त्रज्ञांना
अलीकडेच यश आले. हा खडतर प्रवास
अनेक विश्वविख्यात शास्त्रज्ञांच्या अथक परिश्रमातून
कसा घडला ते असिमॉव्ह यांनी या पुस्तकात
सोप्या पद्धतीने स्पष्ट केले आहे. या शोधांदरम्यान
अनेक शास्त्रज्ञांना नोबेल पारितोषिकाने
गौरविण्यात आले. त्या प्रगतीची
ही रोमांचकारी कहाणी आहे.



